

## **Verfahren und Schaltungsanordnung zur Überwachung der Funktionsweise eines oder mehrerer Verbraucherstromkreise, insbesondere eines Hausgeräts**

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Überwachung der Funktionsweise eines oder mehrerer Verbraucherstromkreise, insbesondere eines Hausgeräts, die jeweils einen steuerbaren Halbleiterschalter, insbesondere einen Triac, und einen mit diesem verbundenen elektrischen Verbraucher enthalten und die von wenigstens einer Wechselspannungsquelle gespeist werden, welche eine Wechselspannung mit positiven und negativen Spannungshalbwellen liefert.

10 Zur Überwachung der Funktionsweise eines einen Gleichstrommotor enthaltenden Verbraucherstromkreises ist es bereits bekannt (siehe beispielsweise Siemens Schaltbeispiele, Ausgabe 1982/83, Seite 37, Bild 2.2 und Seite 47, Bild 2.5), den Stromfluss im Verbraucherstromkreis über einen niederohmigen Messwiderstand (Shuntwiderstand zu 15 leiten und den Spannungsabfall an diesem Messwiderstand mittels eines Operationsverstärkers auszuwerten. Eine Überwachung der Funktionsweise eines oder mehrerer Verbraucherstromkreise, die von wenigstens einer Wechselspannungsquelle gespeist werden, also nicht eine Gleichspannung zugeführt erhalten, ist in dem betrachteten Zusammenhang indessen nicht bekannt.

20 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Weg zu zeigen, wie auf relativ einfache Weise die Funktionsweise eines oder mehrerer Verbraucherstromkreis überwacht werden kann, die von wenigstens einer Wechselspannungsquelle gespeist werden.

25 Gelöst wird die vorstehend aufgezeigte Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch, dass die sämtliche steuerbaren Halbleiterschalter und elektrischen Verbraucher durchfließenden Ströme durch einen gemeinsamen niederohmigen Messwiderstand geleitet werden und dass der an diesem niederohmigen Messwiderstand jeweils auftretende Spannungsabfall hinsichtlich der Amplituden 30 der positiven und der negativen Spannungshalbwellen gesondert ausgewertet wird.

Die vorliegende Erfindung nutzt zwar wie der oben betrachtete Stand der Technik die Verwendung eines niederohmigen Messwiderstands aus, allerdings ist hier lediglich ein

einiger niederohmiger Messwiderstand für sämtliche vorhandenen Verbraucherstromkreise vorgesehen. Außerdem werden bei der vorliegenden Erfindung die an dem verwendeten einzigen niederohmigen Messwiderstand jeweils auftretenden positiven und negativen Spannungsabfälle gesondert ausgewertet, welche auf die Stromflüsse durch sämtliche überwachten Verbraucherstromkreise zurückgehen. Dadurch lassen sich bei fehlerhaftem Arbeiten eines oder mehrerer der vorhandenen Verbraucherstromkreise in vorteilhafter Weise Rückschlüsse auf unterschiedliche Fehler in den betreffenden Verbraucherstromkreisen ziehen, je nachdem ob und gegebenenfalls welche der positiven und/oder negativen Spannungsabfälle an dem genannten einzigen niederohmigen Messwiderstand von vorgegebenen Nennwerten gleichen. So lässt sich beispielsweise aus einem Anstieg der positiven und der negativen Spannungsabfälle an dem genannten einzigen Messwiderstand über vorgegebene Nennwerte hinaus im Falle eines einen elektrischen Verbraucher darstellenden Elektromotors, wie eines Pumpenmotors eines Hausgeräts, ableiten, dass dieser Motor nicht ordnungsgemäß läuft. Im Falle eines von einem vorgegebenen Nennwert abweichenden positiven oder negativen Spannungsabfalls an dem genannten einzigen niederohmigen Messwiderstand kann zum Beispiel eine fehlerhafte Funktionsweise eines oder mehrerer der vorhandenen steuerbaren Halbleiterschalter erkannt werden. Dies führt zu einer Eingrenzung möglicher fehlerhafter Teile der überwachten Verbraucherstromkreise.

Zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung dient vorzugsweise eine Schaltungsanordnung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass sämtlichen elektrischen Verbraucher zusammen mit ihren zugehörigen steuerbaren Halbleiterschaltern über einen niederohmigen Messwiderstand an der wenigstens einen Wechselspannungsquelle angeschlossen sind und dass an dem genannten niederohmigen Messwiderstand eine die positiven und die negativen Spannungshalbwellen der genannten Wechselspannung gesondert auswertende Auswerteanordnung angeschlossen ist. Hierdurch ergibt sich der Vorteil eines besonders geringen schaltungstechnischen Aufwands, um die Funktionsweise eines oder mehrerer Verbraucherstromkreise gemäß der Erfindung zu überwachen.

Zweckmäßigerweise weist die Auswerteanordnung eine die positiven Spannungshalbwellen der betreffenden Wechselspannung auswertende erste Auswerteeinrichtung und eine die negativen Spannungshalbwellen der betreffenden Wechselspannung aus-

wertende zweite Auswerteeinrichtung auf. Hierdurch ergibt sich der Vorteil einer besonders einfach aufzubauenden Auswerteanordnung.

Ein besonders geringer schaltungstechnischer Aufwand ergibt sich in vorteilhafter Weise dadurch, dass jede der beiden Auswerteeinrichtungen durch einen Operationsverstärker gebildet ist, der mit seinem invertierenden Eingang und mit seinem nichtinvertierenden Eingang an den beiden Enden des genannten niederohmigen Messwiderstands ange-  
5 schlossen ist.

Dabei sind zweckmäßigerweise ein erster Operationsverstärker mit seinem nichtinvertierenden Eingang und ein zweiter Operationsverstärker mit seinem invertierenden Eingang mit dem einen Ende des genannten Messwiderstands verbunden, und es sind der genannte erste Operationsverstärker mit seinem invertierenden Eingang und der genannte zweite Operationsverstärker mit seinem invertierenden Eingang mit dem anderen Ende des genannten Messwiderstands verbunden. Durch diese schaltungstechnische Maß-  
10 nahme können die beiden genannten Operationsverstärker auf besonders einfache Wei-  
se Spannungshalbwellen unterschiedlicher Polarität der an dem genannten Messwider-  
15 stand jeweils abfallenden Wechselspannung auswerten.

Gemäß einer noch weiteren zweckmäßigen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist mit den Ausgängen der beiden Operationsverstärker eine Auswerteschaltung verbunden, welche die von den beiden Operationsverstärkern jeweils abgegebenen Ausgangssignale mit festgelegten Schwellwertspannungen vergleicht und welche in Abhängigkeit von der Größe des Über- oder Unterschreitens der genannten festgelegten Schwellwertspannungen durch die von den betreffenden Operationsverstärkern jeweils abgegebenen Ausgangsspannungen Meldesignale abgibt, die entweder einen ordnungsgemäßen Stromfluss oder einen gestörten Stromfluss durch wenigstens einen der vorhandenen elektrischen Verbraucher und den mit diesem verbundenen gesteuerten Halbleiterschalter anzeigen. Hierdurch ergibt sich der Vorteil eines besonders geringen schaltungstechnischen Aufwands für den Aufbau der genannten Auswerteschaltung; diese Auswerteschaltung kommt nämlich im Prinzip mit zwei Spannungsvergleichern aus.  
20  
25  
30

Anhand einer Zeichnung werden nachstehend das Verfahren und die Schaltungs-  
anordnung gemäß der Erfindung näher erläutert.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die betreffende Schaltungsanordnung dient im vorliegenden Fall zur Überwachung der Funktionsweise von zwei Verbraucherstromkreisen, die insbesondere in einem Hausgerät, wie einer Waschmaschine, einem Geschirrspüler, einem Trockner, etc. vorgesehen sein können. Von den beiden dargestellten Verbraucherstromkreisen umfasst der eine einen elektrischen Verbraucher R1, und der andere umfasst einen elektrischen Verbraucher R2. Diese elektrischen Verbraucher R1, R2 können beispielsweise elektrische Motoren oder Heizwiderstände sein. Die beiden dargestellten elektrischen Verbraucher R1 und R2 sind jeweils mit einem steuerbaren Halbleiterschalter T1 bzw. T2 in Reihe geschaltet, und zwar mit der Laststrecke des jeweiligen Halbleiterschalters T1 bzw. T2. Die betreffenden steuerbaren Halbleiterschalter sind im vorliegenden Fall durch Triacs gebildet, deren Steuerelektroden mit nicht näher bezeichneten Steuerausgängen einer Steuerschaltung Ctr verbunden sind, die von einer in der Zeichnung angedeuteten Wechselspannungsquelle Vac gespeist wird. Anstelle der vorstehend erwähnten Triacs können aber durchaus auch andere steuerbare Halbleiterschalter verwendet werden, wie Thyristoren, Leistungstransistoren, wie sogenannte Power-MOSFETS, etc.

Sämtliche vorgesehenen steuerbaren Halbleiterschalter T1, T2 und die mit diesen verbundenen elektrischen Verbraucher R1 bzw. R2 sind gemeinsam über einen niederohmigen Messwiderstand Rm an der Wechselspannungsquelle Vac angeschlossen, die eine Wechselspannung mit positiven und negativen Spannungshalbwellen liefert und die beispielsweise die übliche Netzwechselspannung von 230V, 50Hz sein kann.

Grundsätzlich ist es jedoch möglich, für jeden der vorhandenen Verbraucherstromkreise eine eigene Wechselspannungsquelle vorzusehen.

An dem niederohmigen Messwiderstand Rm, dessen Widerstandswert von der Höhe der maximal zu erwartenden fließenden Ströme abhängt und der einen Wert von beispielsweise 0,1 Ohm besitzen kann, ist eine die positiven und die negativen Spannungshalbwellen der an diesem Messwiderstand abfallenden Wechselspannung gesondert auswertende Auswerteanordnung Ed angeschlossen. Diese Auswerteanordnung Ed umfasst zwei Auswerteeinrichtungen in Form jeweils eines Operationsverstärkers Op1, Op2.

Der als erster Operationsverstärker zu bezeichnende Operationsverstärker Op1 ist mit seinem nichtinvertierenden Eingang (+) am gemeinsamen Verbindungspunkt der Triacs T1, T2 und des niederohmigen Messwiderstands Rm angeschlossen, und er ist mit seinem invertierenden Eingang (-) über einen Widerstand R5 am anderen Ende des Messwiderstands Rm angeschlossen. Mit diesem anderen Ende des Messwiderstands Rm, der gegebenenfalls geerdet sein bzw. auf Massepotential liegen kann, ist ferner der Ausgang des ersten Operationsverstärkers Op1 über einen Widerstand R3 angeschlossen. Der betreffende Ausgang des ersten Operationsverstärkers Op1 ist außerdem über einen Widerstand R4 mit dessen invertierenden Eingang (-) verbunden.

10

Der als zweiter Operationsverstärker zu bezeichnende Operationsverstärker Op2, der im übrigen vom selben Operationsverstärkertyp sein kann bzw. ist wie der erste Operationsverstärker Op1, ist mit seinem invertierenden Eingang (-) über einen Widerstand R8 am gemeinsamen Verbindungspunkt der Triacs T1, T2 und des niederohmigen Messwiderstands Rm angeschlossen. Der nichtinvertierende Eingang (+) des zweiten Operationsverstärkers Op2 ist mit dem anderen Ende des niederohmigen Messwiderstands Rm verbunden. Der Ausgang des zweiten Operationsverstärkers Op2 ist zum einen über einen Widerstand R6 an dem gemeinsamen Verbindungspunkt der Triacs T1, T2 und des niederohmigen Messwiderstands Rm angeschlossen, und er ist zum anderen über einen Widerstand R7 mit seinem invertierenden Eingang (-) verbunden.

15

20

Im Hinblick auf die beiden vorstehend betrachteten Operationsverstärker Op1, Op2 ist noch anzumerken, dass die für diese Operationsverstärker erforderlichen Versorgungsspannungsquellen und deren Verbindung mit den betreffenden Operationsverstärkern hier nicht dargestellt sind, da dies nichts mit der vorliegenden Erfindung als solcher zu tun hat.

25

30

Aufgrund der vorstehend erläuterten Art des Anschlusses der beiden Operationsverstärker Op1, Op2 mit ihren nichtinvertierenden Eingängen (+) und invertierenden Eingängen (-) an dem niederohmigen Messwiderstand Rm ergibt sich, dass der erste Operationsverstärker Op1 als nichtinvertierender Verstärker arbeitet und die positiven Halbwellen der an dem niederohmigen Messwiderstand Rm jeweils abfallenden Spannung auswertet. Demgegenüber arbeitet der zweite Operationsverstärker Op2 als invertierender Verstär-

ker, der die negativen Halbwellen der an dem niederohmigen Messwiderstand  $R_m$  jeweils abfallenden Spannung auswertet.

5 Die auf diese Weise von den Ausgängen der beiden Operationsverstärker Op1, Op2 jeweils abgegebenen Ausgangssignale werden im Falle des ersten Operationsverstärkers Op1 einem Eingang  $I_1$  einer Auswerteschaltung  $E_c$  und im Falle des zweiten Operationsverstärkers Op2 einem Eingang  $I_2$  der betreffenden Auswerteschaltung  $E_c$  zugeführt. Diese Auswerteschaltung vergleicht die betreffenden Ausgangssignale mit festgelegten 10 Schwellwertspannungen und kann in Abhängigkeit von der Größe des Über- oder Unterschreitens der betreffenden Schwellwertspannungen durch die von den genannten Operationsverstärkern Op1, Op2 jeweils abgegebenen Ausgangssignale an Ausgängen  $O_1$  bzw.  $O_2$  Meldesignale abgeben, die entweder einen ordnungsgemäßen Stromfluss oder 15 einen gestörten Stromfluss durch den jeweiligen Verbraucherstromkreis anzeigen, umfassend im vorliegenden Fall zum einen den elektrischen Verbraucher  $R_1$  und den mit diesem in Reihe liegenden Triac  $T_1$  und zum anderen den elektrischen Verbraucher  $R_2$  und den dazu in Reihe liegenden Triac  $T_2$  mit seiner Hauptlaststrecke.

20 Bei der vorstehend betrachteten Arbeitsweise der in der Zeichnung dargestellten Verbraucherstromkreise ist davon ausgegangen worden, dass diese alle gleichzeitig in Betrieb sind. In diesem Falle gibt ein einen gestörten Stromfluss anzeigenches Meldesignal, das an einem der Ausgänge  $O_1$ ,  $O_2$  beispielsweise mit einem hohen Pegel auftritt, an, dass in wenigstens einem der betreffenden Verbraucherstromkreise ein Fehler vorliegt. In diesem Falle sind die zuvor erwähnten Schwellwertspannungen entsprechend 25 dem Gesamtbetrieb aller Verbraucherstromkreise festgelegt. Ein Meldesignal, das beispielsweise mit einem niedrigen Pegel auftritt, würde dann einen ordnungsgemäßen Betrieb der erfassten Verbraucherstromkreise anzeigen.

30 Prinzipiell ist es jedoch auch möglich, dass die insgesamt vorhandenen Verbraucherstromkreise in Gruppen mit jeweils mehreren Verbraucherstromkreisen aufgeteilt werden und dass die zu jeweils einer solchen Verbraucherstromkreisgruppe gehörenden Verbraucherstromkreise gleichzeitig in Betrieb gesetzt werden. In diesem Falle wären dann in der Auswerteschaltung  $E_c$  beispielsweise den Strom-Normalwerten der jeweiligen Verbraucherstromkreisgruppe entsprechende Schwellwertspannungen bereitzustellen. Dies heißt, dass zwischen der Abgabe von Steuersignalen von der Steuereinrichtung  $Ctrl$

und der Bereitstellung der jeweils zugehörigen Schwellwertspannungen in der Auswerteschaltung Ec eine entsprechende Synchronisierung hergestellt werden muss. Diese Synchronisierung kann beispielsweise durch eine synchrone Umschaltung in der Steuersignalabgabe und der Schwellwertspannungsbereitstellung erfolgen.

5

Um festzustellen, welcher einzelne der Verbraucherstromkreise fehlerhaft arbeitet, ist die vorstehend erwähnte Synchronisierung zwischen der Abgabe von Steuersignalen von der Steuereinrichtung Ctr und der Bereitstellung der jeweils zugehörigen Schwellwertspannungen in der Auswerteschaltung Ec auf jeden einzelnen Verbraucherstromkreis auszuweiten. Dazu werden zum einen die steuerbaren Halbleiterschalter der vorhandenen Verbraucherstromkreise einzeln nacheinander aktiviert, und zum anderen werden in der Auswerteschaltung Ec den betreffenden Verbraucherstromkreisen individuell zugehörige Schwellwertspannungen bereitgestellt. Die dadurch ermittelten Meldesignale sind dann den betreffenden Verbraucherstromkreisen individuell zugeordnet, wodurch sich eine 10 schnelle Fehlereingrenzung erreichen lässt.

15

Durch die zuvor erwähnten Meldesignale kann beispielsweise in dem Fall, dass ein elektrischer Verbraucher durch eine Umwälzpumpe ohne gesonderte Tachorückmeldung gebildet ist, bezogen auf einen vorgegebenen Nennwert ein zu hoher Stromfluss erkannt 20 und daraus abgeleitet werden, dass die betreffende Umwälzpumpe blockiert ist, woraufhin der Stromkreis der betreffenden Umwälzpumpe sofort abgeschaltet werden kann. Dies bedeutet, dass der im Laststromkreis dieses elektrischen Verbrauchers liegende steuerbare Halbleiterschalter leistungsschwächer und mit kleinerer Kühlfläche als in dem Fall dimensioniert sein kann, dass eine solche Abschaltung mangels entsprechender 25 Überwachung nicht sofort erfolgen kann.

Überdies lässt sich die durch die erläuterte Auswerteanordnung Ed vorgenommene Überwachung der Funktionsweise der jeweils vorgesehenen Verbraucherstromkreise beispielsweise durch eine Klartextanzeige oder durch eine 7-Segment-Anzeige mittels entsprechender Anzeigeeinrichtungen darstellen, was bei gestörter Funktionsweise der betreffenden Verbraucherstromkreise zu einer vereinfachten und schnelleren Fehlerfindung führen kann. In diesem Zusammenhang ist auch eine Anzeige darüber vornehmbar, dass kein Fehler feststellbar ist bzw. dass die Verbraucherstromkreise ordnungsgemäß funktionieren. Derartige Anzeigen könnten auch einem Kundendienst durch Fernabfrage 30

verfügbar gemacht werden, um vorab Diagnosen stellen zu können. In jedem Falle ist durch die vorliegende Erfindung eine vereinfachte und schnellere Fehlerfindung im Falle des fehlerhaften Arbeitens eines oder mehrerer der vorhandenen Verbraucherstromkreise ermöglicht.

5

Außerdem lassen sich durch die vorliegende Erfindung ein Dauerbetrieb (Vollwellenbetrieb) und ein Halbwellenbetrieb im jeweiligen Verbraucherstromkreis auf einfache Weise erkennen. Dabei ist das Erkennen eines ständigen Halbwellenbetriebs insbesondere bei Verwendung von Pumpenmotoren als elektrische Verbraucher wichtig, da diese Pumpenmotoren bei ständigem Halbwellenbetrieb zerstört werden. Abhilfe schafft hier eine Vollwellensteuerung der betreffenden Motoren verbunden mit der Ausgabe eines entsprechenden Warnhinweises und der zunächst möglichen Abschaltung der betreffenden Pumpenmotoren. Dies kann durch die vorliegende Erfindung sichergestellt werden.

10

15

20

Abschließend sei noch angemerkt, dass die vorliegende Erfindung zuvor im Zusammenhang mit der Überwachung der Funktionsweise von zwei Verbraucherstromkreisen erläutert worden ist. Die Erfindung ist jedoch darauf nicht beschränkt; sie kann vielmehr zur Überwachung der Funktionsweise wenigstens eines Verbraucherstromkreises, aber auch zur Überwachung der Funktionsweise von mehr als zwei Verbraucherstromkreisen herangezogen werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Funktionsweise eines oder mehrerer Verbraucherstromkreise, insbesondere eines Hausgeräts, die jeweils einen steuerbaren Halbleiterschalter, insbesondere einen Triac, und einen mit diesem verbundenen elektrischen Verbraucher enthalten und die von wenigstens einer Wechselspannungsquelle gespeist werden, welche eine Wechselspannung mit positiven und negativen Spannungshalbwellen liefert, **dadurch gekennzeichnet**, dass die sämtliche steuerbaren Halbleiterschalter (T1, T2) und elektrischen Verbraucher (R1, R2) durchfließenden Ströme durch einen gemeinsamen niederohmigen Messwiderstand (Rm) geleitet werden und dass der an diesem niederohmigen Messwiderstand (Rm) jeweils auftretende Spannungsabfall hinsichtlich der Amplituden der positiven und der negativen Spannungshalbwellen gesondert ausgewertet wird.
- 15 2. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 für die Überwachung der Funktionsweise eines oder mehrerer Verbraucherstromkreise, insbesondere eines Hausgeräts, die jeweils einen steuerbaren Halbleiterschalter, insbesondere einen Triac, und einen mit diesem verbundenen elektrischen Verbraucher enthalten und die von wenigstens einer Wechselspannungsquelle gespeist werden, welche eine Wechselspannung mit positiven und negativen Spannungshalbwellen liefert, **dadurch gekennzeichnet**, dass sämtliche elektrischen Verbraucher (R1, R2) zusammen mit ihren zugehörigen steuerbaren Halbleiterschaltern (T1, T2) über einen niederohmigen Messwiderstand (Rm) an der wenigstens einen Wechselspannungsquelle (Vac) angeschlossen sind und dass an dem genannten niederohmigen Messwiderstand (Rm) eine die positiven und die negativen Spannungshalbwellen der genannten Wechselspannung gesondert aufwertende Auswerteanordnung (Ed) angeschlossen ist.
- 20 25 30 3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteanordnung (Ed) eine die positiven Spannungshalbwellen der betreffenden Wechselspannung auswertende erste Auswerteeinrichtung (Op1) und eine die negativen Spannungshalbwellen der betreffenden Wechselspannung auswertende zweite Auswerteeinrichtung (Op2) aufweist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede der beiden Auswerteeinrichtungen (Op1, Op2) durch einen Operationsverstärker (Op1, Op2) gebildet ist, der mit seinem invertierenden Eingang (-) und mit seinem nichtinvertierenden Eingang (+) an den beiden Enden des genannten niederohmigen Messwiderstands (Rm) angeschlossen ist.

5

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Operationsverstärker (Op1) mit seinem nichtinvertierenden Eingang (+) und ein zweiter Operationsverstärker (Op2) mit seinem invertierenden Eingang (-) mit dem einen Ende des genannten Messwiderstands (Rm) verbunden sind und dass der genannte erste Operationsverstärker (Op1) mit seinem invertierenden Eingang (-) und der genannte zweite Operationsverstärker (Op2) mit seinem nichtinvertierenden Eingang (+) mit dem anderen Ende des genannten Messwiderstands (Rm) verbunden sind.

10

15

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit den Ausgängen der beiden Operationsverstärker (Op1, Op2) eine Auswerteschaltung (Ec) verbunden ist, welche die von den beiden Operationsverstärkern (Op1, Op2) jeweils abgegebenen Ausgangssignale mit festgelegten Schwellwertspannungen vergleicht und welche in Abhängigkeit von der Größe des Über- oder Unterschreitens der genannten festgelegten Schwellwertspannungen durch die von den betreffenden Operationsverstärkern (Op1, Op2) jeweils gegebenen Ausgangsspannungen Meldesignale abgibt, die entweder einen ordnungsgemäßen Stromfluss oder einen gestörten Stromfluss durch den jeweiligen elektrischen Verbraucher (R1, R2) und den mit diesem verbundenen gesteuerten Halbleiterschalter (T1, T2) anzeigen.

20

25

1/1

